# PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 41. 13. Juli 1901. 2. Jahrgang.

INHALT.

**Originalmitteilungen:**
J. von Geitler, Über die durch Kathodenstrahlen bewirkte Ablenkung der Magnetnadel. S. 601.
W. Kaufmann, Methode zur exakten Bestimmung von Ladung und Geschwindigkeit der Becquerelstrahlen. S. 602.
J. Zeleny, Die Geschwindigkeit der Ionen, welche in Gasen durch Röntgenstrahlen hervorgerufen werden. S. 603.
**Vorträge und Reden:**
E. Wiechert, Prinzipien für die Beurteilung der Wirksamkeit von Seismographen. (Fortsetzung u. Schluss.) S. 605.
**Referate:**
Neuer illustrierter Katalog über photographische Objektive von Carl Zeiss. S. 609.
**Besprechungen:**
J. J. Thomson, Die Entladung der Elektrizität durch Gase. S. 610.
H. J. Klein, Jahrbuch der Astronomie und Geophysik. S. 610.
M. Rudolphi, Einführung in das physikalische Praktikum. S. 612.
**Tagesereignisse.** S. 612.
**Personalien.** S. 612.

## ORIGINALMITTEILUNGEN.

### Über die durch Kathodenstrahlen bewirkte Ablenkung der Magnetnadel.[1])

Von Josef von Geitler.

H. Hertz ist in seiner Untersuchung „Über die Glimmentladung"[2]) bekanntlich zu dem Resultate gelangt, „dass wenn überhaupt eine spezifische Einwirkung der Kathodenstrahlen auf den Magnet stattfand, diese doch nicht den 300. Theil derjenigen Wirkung erreichen konnte, welche den Kathodenstrahlen als Stromträgern zukam." Seither ist, wie ich glaube, die Meinung eine allgemeine gewesen, dass eine Einwirkung der Kathodenstrahlen auf den Magnet in nachweisbarem Masse überhaupt nicht bestehe. Da aber andererseits eine sehr kräftige Beeinflussung der Kathodenstrahlen durch den Magnet vorhanden ist, schien mir der Gedanke fast unabweisbar, dass die entsprechende Gegenwirkung der Strahlen auf den Magnet trotz des negativen Ergebnisses der Hertzschen Versuche dennoch vorhanden sei, und dass nur ein bisher übersehener Umstand bei diesen Versuchen die gesuchte Erscheinung verschleiert habe. Es ist mir nun, wie ich glaube, gelungen, durch Vermeidung der vermuteten Fehlerquelle zu zeigen, dass thatsächlich eine Einwirkung der Kathodenstrahlen auf den Magnet in dem Sinne besteht, wie sie einem in der Bahn der Kathodenstrahlen gegen die Kathode fliessenden positiven Strome nach der Ampèreschen Regel entspräche. Bezüglich der Intensität der ablenkenden Kraft ergab sich das Resultat, dass dieselbe nicht einen verschwindenden Bruchteil jener des gesamten Entladungsstromes beträgt, sondern von derselben Grössenordnung wie diese ist, ja derselben wahrscheinlich gleichkommt.

Die Versuchsanordnung von H. Hertz nun war in Kürze die folgende. In einem cylindrischen Glasrohre befand sich an einem Ende eine plane Kathode, durch deren durchbohrte Mitte, von ihr isoliert, eine in der Röhrenachse gelegene Drahtanode ein wenig in das Vakuum hineinragte. Die Kathodenstrahlen waren kräftig entwickelt. Ausserhalb des Rohres befand sich eine stark astasierte Magnetnadel, welche in beliebige Lage zu demselben gebracht werden konnte. In keiner Lage zeigte die Nadel die geringste Einwirkung der Kathodenstrahlen an. Ging die Entladung aber zwischen der Kathode und einer am anderen Röhrenende befindlichen Hilfsanode über, so ergab die der Rohrachse parallele Nadel einen Ausschlag von 30 bis 40 Skalenteilen. Nun zeigen sich aber bekanntlich die von den Kathodenstrahlen getroffenen Stellen der Glaswand geladen. Es erscheint daher möglich, dass diese Ladungen längs der Glaswand oder in der leitenden Gasmasse zur Anode abfliessen. Aus dieser Hypothese folgt, dass in dem Hertzschen Hauptversuche ein röhrenförmiger Rückstrom entstehen konnte, welcher, mit den in seiner Achse verlaufenden Kathodenstrahlen „induktionsfrei" angeordnet, deren eventuelle magnetische Wirkung nach aussen vollständig aufheben musste. Um demnach die vermutete Wirkung der Kathodenstrahlen nachweisen zu können, erschien es notwendig, die Magnetnadel, — natürlich elektrostatisch geschützt — in das Innere der Röhre zu bringen. Da ein röhrenförmiger Strom auf das Innere der von ihm durchflossenen Röhre magnetisch nicht zu wirken vermag, so war, die Richtigkeit der gemachten Hypothese vorausgesetzt, bei der eben angedeuteten Anordnung zu erwarten, dass die gesuchte magnetische

1) Auszugsweise aus den Sitzungsberichten der kais. Akademie der Wissenschaft. in Wien **110**, Abt. IIa. April 1901, mitgeteilt. Die Arbeit wird in ihrer ursprünglichen Form in den Annalen der Physik erscheinen.

2) H. Hertz, Wied. Ann. **19**, 798, 1883 (Ges. Werke 1, 257).

Wirkung der Kathodenstrahlen rein zu Tage treten werde.

Der Versuch bestätigte diese Erwartung vollständig. In einem ca. 60 cm langen cylindrischen Rohre waren z. B. an dem einen Ende eine plane Kathode *a* und seitlich nahe derselben zwei stiftförmige Anoden *α* eingeschmolzen; ganz symmetrisch dazu befanden sich an dem anderen Ende eine plane Elektrode *b* und zwei Stifte *β*. Die, von aussen astasierte, mit einem Spiegelchen versehene kleine Magnetnadel befand sich, mehrere Dezimeter von *a α* resp. *b β* entfernt, in einem (nicht zur Erde geleiteten) Messinggehäuse, welches in ein vertikales, an der horizontalen Röhre angebrachtes Ansatzrohr eingekittet war. Die Magnetnadel konnte gehoben oder gesenkt werden, so dass sie sich oberhalb oder unterhalb der Achse des horizontalen Entladungsrohres befand. Mit Hilfe des Richtmagnetes konnte sie der Rohrachse parallel oder senkrecht zu derselben gestellt werden.

War *a* Kathode, *α* Anode (resp. *b* Kathode, *β* Anode), so wurde die parallel der Achse gerichtete Nadel, wie schon oben erwähnt, stets so abgelenkt, wie es ein in der Achse auf *a* (resp. *b*) zufliessender positiver Strom gethan hätte. Stand die Nadel senkrecht zur Achse, so verschwand der Ausschlag. Machte man *α* zur Kathode, *a* zur Anode, so trat kein Ausschlag ein.

Die Grösse der Ausschläge (bei einer Schwingungsdauer der Nadel von 2 bis 3 Sekunden bis 20 cm und mehr) zeigten sich abhängig von der Güte des Vakuums, sowie von der Stärke der Entladungen[1]), dasselbe gilt von den Ausschlägen, welche man erhielt, wenn *a* (resp. *b*) zur Kathode, und gleichzeitig *b* (resp. *a*) zur Anode gemacht, die Entladung also durch die ganze Länge des Rohres gesendet wurde. Die Ausschläge entsprachen dann einem gegen *a* (resp. *b*) fliessenden positiven Strome, und waren von derselben Grössenordnung, wie die früher erhaltenen. Hing dagegen die Magnetnadel in einem zweiten, ganz ausserhalb der Entladungsröhre in möglichster Nähe oberhalb derselben angebrachten Messinggehäuse, was der Versuchsanordnung von H. Hertz entspricht, so zeigte sich nicht der geringste Ausschlag, wenn *a* (resp. *b*) Kathode und gleichzeitig *α* (resp. *β*) Anode war. Dagegen trat ein Ausschlag von mehreren Skalencentimetern ein, sobald *a* (resp. *b*) zur Kathode und gleichzeitig *b* (resp. *a*) zur Anode gemacht wurde und zwar entsprechend der Wirkung eines gegen *a* (resp. *b*) gerichteten parallel der Rohrachse verlaufenden positiven Stromes.

Prag, Physik. Inst. d. k. k. deutsch. Univ.

(Eingegangen 25. Juni 1901.)

1) Diese lieferte ein mit Wehnelt-Unterbrecher versehenes in genügender Entfernung von der Röhre befindliches Ruhmkorffsches Induktorium.

## Methode zur exakten Bestimmung von Ladung und Geschwindigkeit der Becquerelstrahlen.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von W. Kaufmann.

Die Ähnlichkeit der Becquerelstrahlen mit den Kathodenstrahlen in qualitativer, die beträchtlichen Unterschiede beider Strahlenarten in quantitativer Beziehung lassen es wünschenswert erscheinen, für die ersteren eine möglichst genaue Bestimmung von $\varepsilon/\mu$ ($\varepsilon$-Ladung, $\mu$-Masse) und $v$ (Geschwindigkeit) auszuführen. Eine derartige Bestimmung würde auch noch insofern interessant sein, als wir es wahrscheinlich bei den Becquerelstrahlen mit äusserst hohen Geschwindigkeiten zu thun haben, und eine grosse Zahl von neueren theoretischen Arbeiten sich gerade mit dem Verhalten der Elektronen bei Geschwindigkeiten, die der Lichtgeschwindigkeit nahekommen, beschäftigt.

Die Versuche, die ich mit gütiger Unterstützung der Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen begonnen habe, sind zwar noch nicht vollendet; doch möchte ich wenigstens die angewandte Methode, von deren Brauchbarkeit ich mich durch die bisherigen Versuche überzeugt habe, hier beschreiben.

Zu einer Bestimmung von $\varepsilon/\mu$ und $v$ bedarf es mindestens zweier Messungen, z. B. der elektrischen und der magnetischen Ablenkbarkeit. Hierbei ergiebt sich jedoch die Schwierigkeit, dass die Strahlung inhomogen ist, so dass ein irgendwie abgegrenztes Bündel durch die Ablenkung in ein „Spektrum“ auseinandergezerrt wird. Da das „Spektrum“ kontinuierlich ist, so kann man unmöglich bei zwei getrennten Beobachtungen die einander zugehörigen Teile mit der nötigen Exaktheit bestimmen. Der von Becquerel angewandte Kunstgriff, durch auswählende Absorption das Spektrum an einer Seite scharf zu begrenzen, lässt nur für eine einzige Strahlenart die Ablenkung bestimmen. Eine weitere Schwierigkeit ist die durch die Strahlen hervorgerufene Leitfähigkeit der Luft. Hierdurch wird das etwa zwischen zwei Kondensatorplatten hergestellte elektrische Feld stets in unkontrollierbarer Weise verkleinert.

Beide Schwierigkeiten lassen sich auf folgende Weise leicht umgehen:

Der ganze Apparat befindet sich in einem hochgradigen Vakuum, so dass eine Leitung zwischen den beiden Kondensatorplatten ausgeschlossen ist; von der Güte der Isolation kann man sich leicht jederzeit überzeugen.

Für die Ablenkungsbeobachtungen diente eine Methode, die man als Methode der „gekreuzten Spektra" (analog der Kundtschen Anordnung bei der Bestimmung der anomalen Dispersion) bezeichnen kann. Von einer punktförmigen Strahlungsquelle (ein etwa 0,5 mm langes Körnchen stärksten Radiumbromides, von Herrn Dr. Giesel freundlichst zur Verfügung gestellt) fallen die Strahlen durch ein Platindiaphragma von gleichfalls 0,5 mm Bohrung auf eine photographische Platte. Die Abstände zwischen Strahlungsquelle und Diaphragma sowie zwischen Diaphragma und Platte betrugen je 2 cm. Auf dem ersten Teil des Weges passierten die Strahlen zwischen zwei Kondensatorplatten von etwa 2 mm Abstand, die durch eine Hochspannungsbatterie auf etwa 2000 Volt Spannungsdifferenz gehalten wurden. Der ganze Apparat befand sich im annähernd homogenen Felde eines Elektromagneten, und zwar so, dass die magnetische und elektrische Feldrichtung zusammenfiel, die Ablenkungen also aufeinander senkrecht standen. Es entstand infolgedessen auf der Platte nach zweitägiger Exposition eine Kurve, von der jeder Punkt nur einer ganz bestimmten Strahlenart entsprach. Ist $y$ die elektrische, $z$ die magnetische Ablenkung, so ist, wie leicht zu sehen $z^2/y$ proportional $\varepsilon/\mu$ und $z/y$ proportional $v$. Durch Umkehrung des elektrischen Feldes konnten die $y$-Werte verdoppelt werden; natürlich war dann auch eine 4tägige Exposition nötig. Ist demnach $\varepsilon/\mu$ konstant und nur $v$ variabel, so muss die photographische Kurve eine Parabel sein; ist dagegen $v$ nahe der Lichtgeschwindigkeit, wo nach der Theorie $\varepsilon/\mu$ sehr stark variieren muss, so ist eher eine gerade Linie zu erwarten. Die bisherigen Versuche ergaben nahezu gerade Linien, doch liess die Schärfe noch zu wünschen übrig, so dass exakte Messungen noch fehlen. Die definitiven Versuche, bei denen wahrscheinlich ein viel stärkeres elektrisches Feld wird angewandt werden müssen, sollen später in den Nachrichten d. Gött. G. d. W. mitgeteilt werden.

Göttingen, 26. Juni 1901.

(Eingegangen 28. Juni 1901.)

## Die Geschwindigkeit der Ionen, welche in Gasen durch Röntgenstrahlen hervorgerufen werden.

Von John Zeleny.[1])

Die Summe der Geschwindigkeiten, mit welchen sich die positiven und negativen Ionen bewegen, welche durch Röntgenstrahlen in einem elektrischen Einheitsfeld erzeugt werden, wurde bereits von E. Rutherford nach einer indirekten Methode ermittelt.[2]) In den im folgenden beschriebenen Experimenten wurde die Geschwindigkeit in verschiedenen Gasen für die positiven und negativen Ionen gesondert bestimmt, indem die Ionengeschwindigkeit direkt mit jener eines Gasstromes verglichen wurde. Das Gas strömte durch den Raum zwischen zwei konzentrischen Cylindern, welche auf verschiedenem Potential gehalten wurden. Indem ein schmales Bündel von Röntgenstrahlen quer durch die Cylinder unter rechtem Winkel zu ihrer Längsrichtung geleitet wurde, wurde eine dünne Schicht von ionisiertem Gas erzeugt. Infolge des elektrischen Feldes zwischen den beiden Cylindern erhielten die Ionen einen Bewegungsantrieb, radial zu, oder von der Achse der Cylinder weg, während sie gleichzeitig durch den Gasstrom den Cylindern entlang bewegt wurden. Von den Ionen dieser Schicht, welche nach innen wanderten, wurden jene, die von der inneren Fläche des äusseren Cylinders ausgingen, eine Strecke $X$ durch den Gasstrom fortgetragen, ehe sie die Oberfläche des inneren Cylinders erreichten. Diese Entfernung $X$ ist direkt proportional mit der mittleren Geschwindigkeit des Gasstromes und umgekehrt proportional der Potentialdifferenz zwischen den beiden Cylindern. Um die Potentialdifferenz zu erhalten, welche notwendig ist, um die Ionen eine bestimmte Strecke weit infolge des Gasstromes wandern zu lassen, war der innere Cylinder in einiger Entfernung von der Durchstrahlungsstelle in zwei voneinander isolierte Teile zerteilt. Jener von diesen beiden Teilen, welcher von den Strahlen nicht durchsetzt wurde, war mit einem Quadrantenpaar eines Elektrometers verbunden, so dass man das Eintreffen von Ionen an jener Stelle konstatieren konnte. Durch eine Reihe von Ablesungen wurden die Ladungen ermittelt, welche das Elektrometer in einer bestimmten Zeit bei verschiedenen Werten des Potentiales des äusseren Cylinders erfuhr. Hieraus konnte jener Wert dieses Potentiales ermittelt werden, unter dessen Einfluss die von der äusseren Grenze der ionisierten Schicht ausgehenden Ionen gerade im stande waren, die Verbindungsstelle in dem inneren Cylinder zu erreichen. Die Ionengeschwindig-

1) Ausführlich in Phil. Trans. Roy. Soc. London, **195**, 193—234, 1900.
2) E. Rutherford, Phil. Mag. November 1897.

keit in einem elektrischen Einheitsfeld ist durch die Gleichung gegeben

$$v = \frac{U(b^2 - a^2)}{2AX} \log(nat) \frac{b}{a},$$

wo $U$ die mittlere Geschwindigkeit des Gasstromes zwischen den Cylindern,
$b$ den inneren Radius des äusseren Cylinders,
$a$ den äusseren Radius des inneren Cylinders,
$A$ das Potential des äusseren Cylinders, welches der oben definierten Entfernung $X$ entspricht, bedeuten.

Um zu vermeiden, dass an der Durchstrahlungsstelle in dem Gase Wirbel auftreten, wurde eine genügend kleine Geschwindigkeit in Anwendung gebracht, und ferner wurde das Gas erst eine längere Strecke weit durch den Cylinder geführt, um seine Bewegung gleichförmig zu machen.

Der störende Einfluss auf das elektrische Feld zwischen den Cylindern, welcher durch die freien Ladungen hervorgerufen wird, die sich in dem Gase während der Leitung ausbilden, wurde durch Anwendung von Strahlen geringer Intensität möglichst weit herabgesetzt. Auf dieselbe Weise wurde das Potentialgefälle an den Elektroden[1]) verringert. Um die Ionisation infolge der Sekundärstrahlen, die von den Metalloberflächen[2]) ausgehen, zu verkleinern, wurden die Cylinder aus Aluminium hergestellt, da für dieses Metall der Effekt ein nur geringer ist.

Die Ausbreitung der Ionen infolge von Diffusion ruft einen Fehler hervor, dessen Grösse mit der Zeit zunimmt, in welcher die Ionen den Zwischenraum zwischen den Cylindern durchwandern. Die Grösse dieser Zeit bestimmt sich aus der Gleichung $T = X/U$, wo $X$ und $U$ die gleiche Bedeutung haben, wie oben.

Die durch das Experiment ermittelten Werte der Geschwindigkeit nahmen mit zunehmendem $T$ ab und der für $T = 0$ folgende Wert konnte aus einer Reihe von Beobachtungen mit verschiedenen Werten von $T$ ermittelt werden. Da in diesem Falle der Einfluss der Diffusion und ähnlicher Ursachen fortfällt, so konnte der hieraus ermittelte Wert als der wirkliche Wert der Ionengeschwindigkeit angesehen werden.

Um die Genauigkeit der Methode zu prüfen, wurden verschiedene Werte von $U$ und $X$ verwendet, und ausserdem die Intensität der Strahlen, der Durchmesser des inneren Cylinders und das Metall, welches die innere Oberfläche des äusseren Cylinders bildete, variiert. Die Versuche wurden sowohl mit trockenen als mit von Wasserdampf gesättigten Gasen angestellt, da sich in diesen beiden Fällen Verschiedenheiten ergaben, in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von J. S. Townsend[1]) über den Einfluss von Feuchtigkeit auf die Diffusionskoeffizienten der Ionen. Die folgende Tabelle giebt das Hauptresultat der Beobachtungen wieder, und zwar sind dieselben auf 76 cm Quecksilber reduziert; eine Temperaturkorrektion ist nicht angebracht, da der Einfluss der Temperatur nicht genauer untersucht wurde.

1) J. Zeleny, Camb. Phil. Soc. Proc. **10**, Part I, 17.
2) J. Perrin, Comptes Rendus **124**, 455.

### Ionengeschwindigkeiten.

| Gas | Geschwindigkeit in cm pro Sekunde in einem Felde von 1 Volt pro cm | | Geschwindigkeit in cm pro Sekunde in einem Felde von 1 E. S. E. pro cm | | Verhältnis negat./positiv | Temperatur |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | positiv | negat. | positiv | negat. | | |
| Luft, trocken . . . | 1.36 | 1.87 | 408 | 561 | 1.375 | 13.5° C. |
| „ feucht . . . . | 1.37 | 1.51 | 411 | 453 | 1.100 | 14.0° |
| Sauerstoff, trocken . | 1.36 | 1.80 | 408 | 540 | 1.320 | 17.0° |
| „ feucht . . | 1.29 | 1.52 | 387 | 436 | 1.180 | 16.0° |
| $CO_2$, trocken . . . | 0.76 | 1.81 | 228 | 243 | 1.070 | 17.5° |
| „ feucht . . . . | 0.82 | 0.75 | 246 | 225 | 0.915 | 17.0° |
| Wasserstoff, trocken . | 6.70 | 7.95 | 2010 | 2385 | 1.190 | 20.0° |
| „ feucht . | 5.30 | 5.60 | 1590 | 1680 | 1.050 | 20.0° |

Der Fehler beträgt wohl in keinem Fall mehr als 5 Proz., während die meisten Beobachtungen auf eine viel grössere Genauigkeit schliessen lassen. Die Gegenwart von Wasserdampf vermindert nach den Beobachtungen stets die Geschwindigkeit der negativen Ionen, während sie in Kohlensäure die der positiven in ausgesprochener Weise erhöht. Die Geschwindigkeit der negativen Ionen ist mit Ausnahme feuchter Kohlensäure in allen Fällen die grössere. Die Verhältnisse der Geschwindigkeiten, welche von dem Verfasser[2]) früher schon bestimmt wurden, lagen zwischen den oben angegebenen Werten für trockene und feuchte Gase, was verständlich ist, nachdem der Einfluss der Feuchtigkeit damals noch unbekannt war, und die Gase nicht eigens getrocknet worden waren.

E. Rutherford[3]) giebt nicht an, ob er bei Bestimmung der Summe der Geschwindigkeiten von Ionen röntgenisierter Gase trockene Gase verwendete. Sein Resultat für Luft (3,2 cm pro Sekunde) stimmt mit der Summe der Einzelwerte, welche oben für die Ionen in trockener Luft angegeben sind, überein, während seine Werte für Sauerstoff (2,8 cm pro Sekunde) und Wasserstoff (10,4 cm pro Sekunde) den Werten für feuchte Gase entsprechen. Sein Wert für Kohlensäure (2,15 cm pro Sekunde) ist grösser als alle von mir ermittelten. Der E. Rutherfordsche[4]) Wert für die Geschwindigkeit der negativen Ionen, welche unter Einfluss ultravioletten Lichtes in trockener Kohlensäure

1) J. S. Townsend, Phil. Trans. A. **193**, 1899. Vgl. auch diese Zeitschrift **1**, 313, 1900.
2) J. Zeleny, Phil. Mag. Juli 1898.
3) E. Rutherford, Phil. Mag. November 1897.
4) E. Rutherford, Camb. Phil. Soc. Proc. **9**, Part VIII.

(0,78 cm pro Sekunde) hervorgerufen werden, liegt sehr nahe bei dem von mir für die Ionen in röntgenisierter Kohlensäure (0,81 cm pro Sekunde) gefundenen, dagegen sind seine Werte für trockene Luft (1,4 cm pro Sekunde) und trockenen Wasserstoff (3,9 cm pro Sekunde) beträchtlich kleiner.

Im Falle der Spitzenentladungen erhielt A. P. Chattock[1]) für die Geschwindigkeiten der positiven und negativen Ionen in trockener Luft, bezw. 413 und 540 cm pro Sekunde für ein Feld von 1 E. S. E. pro Centimeter. Also Werte, welche mit den oben erhaltenen in röntgenisierten Gasen sehr nahe übereinstimmen.

J. S. Townsend[2]) hat gezeigt, dass sich auf Grundlage der Diffusionskoeffizienten der Ionen und ihrer Geschwindigkeiten ein Vergleich bezüglich der Ladungen der verschiedenen Ionen und jener, welche die Ionen in der Elektrolyse von Flüssigkeiten tragen, ziehen lässt. Verwendet man die oben angegebenen Geschwindigkeiten und die von J. S. Townsend gemessenen Diffusionskoeffizienten, so erhält man den Wert von $N \times e$, wo $N$ die Anzahl der Moleküle in einem Kubikcentimeter Gas und $e$ die Ladung eines einzelnen Ions bedeutet. Die auf diese Weise sich ergebenden Werte für die feuchten Gase, Luft, Sauerstoff und Wasserstoff rechtfertigen vielleicht die Behauptung, dass die Ladungen der positiven und negativen Ionen gleich sind, dass die Ladung für die verschiedenen Gase dieselbe und gleich der Ladung des Wasserstoffions in flüssigen Elektrolyten ist.

Die Werte von $N \times e$, welche sich für die positiven Ionen in den trockenen Gasen ergeben, sind erheblich grösser, als die genannten, während in Kohlensäure sich sämtliche Werte um mehr 20 Proz. kleiner herausstellen.

Minneapolis, Universität von Minnesota.

(Aus dem Englischen übersetzt von K. T. Fischer, München.)

(Eingegangen 29. Juni 1901.)

1) A. P. Chattock, Phil. Mag. November 1899.
2) J. S. Townsend, Phil. Trans. A. **193**, 1899. Vgl. auch diese Zeitschrift **1**, 313, 1900.

# VORTRÄGE UND REDEN.

## Prinzipien für die Beurteilung der Wirksamkeit von Seismographen.

Von E. Wiechert.

(Fortsetzung und Schluss.)

Die Indikatorgleichung erlaubt die Erdbewegung zu berechnen, wenn das Indikatordiagramm vorliegt. Dabei ist es wichtig, dass bei den Erdbeben fast stets längere Reihen regelmässiger Wellen beobachtet werden, die einzeln oder in verschiedenen Perioden übereinander gelagert auftreten, denn für solche regelmässige Schwingungen gestaltet sich der Zusammenhang zwischen der Amplitude der Erdbewegungen und derjenigen des Indikators sehr einfach. Es wird nach der hingeschriebenen Gleichung die Amplitude der Erdbewegung im Indikatordiagramm

$$\mathfrak{V} = -V \frac{1}{1 - \frac{\mathfrak{T}^2}{T^2}} = \mathfrak{J} \frac{(2\pi)^2}{g} \frac{1}{1 - \frac{T^2}{\mathfrak{T}^2}} \frac{1}{\mathfrak{T}^2}$$

mal vergrössert dargestellt, wenn $\mathfrak{T}$ die Störungsperiode bezeichnet.

Für sehr kurze Störungsperioden, wenn $\mathfrak{T}$ sehr klein gegenüber $T$ ist, wird die Vergrösserung $= V$; für sehr grosse Störungsperioden, wenn $\mathfrak{T}$ sehr gross gegenüber $T$ ist, wird die Vergrösserung proportional mit $\mathfrak{J}$ und umgekehrt proportional mit $\mathfrak{T}^2$. Gehen wir von sehr kleinen zu immer grösseren Perioden, so wächst die Vergrösserung von dem Werte $V$ ab immer weiter an, bis sie schliesslich für $\mathfrak{T} = T$ unendlich gross wird. Von $\mathfrak{T} = T$ ab sinkt sie beständig herab, um zuletzt $= 0$ zu werden. — Die unendlich grosse Empfindlichkeit besteht natürlich nur für die Theorie; in Wirklichkeit wird das Pendel an die Hemmung schlagen oder eine gewisse durch die stets vorhandenen Reibungswiderstände bedingte Grenzamplitude erreichen.

Von der sehr erhöhten Empfindlichkeit für Perioden, welche der Eigenperiode benachbart sind, wird in Italien vielfach bewusst Gebrauch gemacht. Man hängt z. B. ganze Reihen verschieden langer Pendel auf, von denen jedes mit elektrischen Kontakten umgeben ist. Bei einem Erdbeben treten dann stets Perioden auf, welche der Eigenperiode eines Pendels nahe kommen, so dass noch Erdbeben angezeigt werden, welche wegen ihrer Kleinheit sonst der Beobachtung entgangen wären. Unbewusst, oder doch nicht ausdrücklich anerkannt, wird die erhöhte Empfindlichkeit in der Nachbarschaft der Eigenperiode für die Beobachtung der Fernerdbeben benutzt bei den seismischen Pendeln von Rebeur v. Paschwitz, Milne, Ehlert und anderen, indem die Eigenperiode in denjenigen Bereich (10—20 Sekunden) gelegt wird, welches erfahrungsgemäss die Hauptwellen meist umfasst.

Für die Verwertung der seismischen Dia-

gramme bereitet die auswählende Empfindlichkeit eine erhebliche Schwierigkeit, weil ihretwegen selbst gleichkonstruierte Instrumente schon bei geringfügig anderer Regulierung stark verschieden aussehende Diagramme liefern. Über diesen Punkt hat Herr Dr. Hecker sehr interessante Beobachtungen veröffentlicht. Etwas günstiger wird die Sachlage, wenn man eine so grosse Geschwindigkeit der Registrierung anwendet, dass es möglich ist, die einzelnen Schwingungen voneinander zu trennen, denn dann kann die Rechnung zu Hilfe genommen werden. Es bleibt aber auch so die sehr böse Unannehmlichkeit, dass bei jeder neuen Phase des Erdbebens von neuem Eigenschwingungen erregt werden, welche sehr lange anhalten und die späteren Aufzeichnungen verwirren.

Eine Besserung in dieser Hinsicht lässt sich bei Zuhilfenahme von Reibungswiderständen erzielen. Die gewöhnliche Reibung fester Körper ist allerdings unzweckmässig, weil sie unregelmässig wirkt, kleine Störungen ganz unterdrückt, und die Nachwirkung grosser zu langsam beseitigt. Die innere Reibung tropfbarer oder gasförmiger Flüssigkeiten aber entspricht unseren Anforderungen vortrefflich. Eine Dämpfung dieser Art beeinflusst grosse und kleine Störungen relativ in gleichem Masse und beseitigt die Nachwirkung aller Störungen relativ mit gleicher Geschwindigkeit. Die Empfindlichkeit für sehr kurze und sehr lange Perioden wird nicht geändert, diejenige für mittlere Perioden herabgesetzt. Am günstigsten wird die Einwirkung, wenn man das Dämpfungsverhältnis — d. h. das Verhältnis einer grössten Ausweichung bei den Eigenschwingungen des in Bewegung gesetzten und dann sich selbst überlassenen Gehänges zur nächsten grössten Ausweichung auf der anderen Seite der Ruhelage — zwischen 3:1 und 6:1 wählt, denn dann machen sich die Eigenschwingungen wegen ihrer schnellen Beseitigung nicht mehr unbequem bemerkbar und wird die ohne Dämpfung überwiegende Empfindlichkeit für mittlere Perioden so weit reduziert, dass von sehr kleinen Perioden an bis etwas über die Eigenperiode hinaus nahezu die gleiche Empfindlichkeit hervorgeht. Für noch grössere Perioden kommt die Abnahme der Empfindlichkeit zur Geltung, welche auch ohne Dämpfung eintreten würde[1]).

Dämpfung mittels tropfbarer Flüssigkeiten hat den Nachteil, dass sie stark von der Temperatur abhängt und wegen der leichten Verschmutzung von Flüssigkeitsoberflächen Störungen ausgesetzt ist. Die Gasdämpfung und zwar die gewöhnliche Luftdämpfung ist daher mehr zu empfehlen. Sie lässt sich auch bei der mechanischen Registrierung, wo zur Überwindung der Reibung des Schreibstiftes grosse Pendelmassen angewandt werden müssen, leicht in hinreichender Intensität erzielen.

1) Nähere Angaben werden in der weiter folgenden Zusammenstellung gemacht.

Die Indikatorgleichung wird infolge der Dämpfung umgewandelt in:

$$\frac{d^2a}{dt^2} = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 a - \frac{2}{\tau}\frac{da}{dt} - V\left(\frac{d^2\xi}{dt^2} - gi - \triangle g\right)$$

d. h. es tritt rechts ein Glied $-(2/\tau)(da/dt)$ hinzu; $\tau$ bedeutet eine von der Intensität der Dämpfung abhängige Konstante, die „Relaxationszeit“; es ist diejenige Zeit, in der die Amplitude der Eigenschwingungen und damit die der Nachwirkung früherer Störungen auf den 2,71828... ten Teil ihres Wertes herabsinkt. $T$ stellt hier nicht mehr die wirkliche Schwingungsperiode dar, sondern in genauer Übereinstimmung mit den früheren Festsetzungen diejenige Schwingungsperiode, welche sich bei Ausschaltung der Dämpfung ergeben würde. Ich werde $T$ weiterhin die „reduzierte Schwingungsperiode“ nennen. Die wirkliche Schwingungsperiode ist infolge der Dämpfung grösser als $T$, aber nur wenig, solange die Dämpfung nicht unpraktisch gross wird[1]).

Wie ich hier ziemlich weit in Einzelheiten eingegangen bin, wird es sich empfehlen, nun auch den zweiten Umstand näher zu besprechen, welcher für die Lesbarkeit der Diagramme in Betracht kommt, die Geschwindigkeit der Registrierung.

Bei photographischer Registrierung ist man wegen der wachsenden Kosten in der Steigerung der Geschwindigkeit bald beschränkt. 36 Centimeter in einer Stunde, also $^1/_{10}$ Millimeter in einer Sekunde, wie auf diesen Diagrammen eines Horizontalpendels, über das ich im Jahre 1899 durch den Druck[2]) und auch mündlich auf dem Geographenkongress in Berlin berichtet habe, ist noch bequem erreichbar, denn die Kosten des Papiers für eine Komponente lassen sich auf etwa 100 Mark im Jahre herabbringen. Die Kurven hier sind etwa $^1/_{10}$ Millimeter dick und zeigen noch Andeutungen einer Auflösung von 3-Sekunden-Perioden; unter günstigen Umständen werden sogar noch schnellere Schwingungen voneinander getrennt. Für Fernerdbeben, wo lange Perioden vorherrschen, erhält man sehr schöne detailreiche Diagramme. Ein einziger, allerdings empfindlicher Mangel bleibt bestehen: die Perioden von 2 Sekunden und darunter, d. h. gerade

1) Nähere Angaben werden in der weiter folgenden Zusammenstellung gemacht.

2) Nachrichten der Göttinger Gesellschaft der Wiss., math.-phys. Kl. 1899, S. 195.

diejenigen, welche den fühlbaren Erschütterungen bei Erdbeben entsprechen und darum besonders interessant sind, werden in der Regel nicht aufgelöst, so dass man nur ausnahmsweise ein Urteil über ihre Länge erhält. Eine gründliche Besserung scheint wegen der damit verbundenen Kosten ziemlich aussichtslos.

Bei der mechanischen Registrierung finden wir keine Schwierigkeiten dieser Art. Die Wohlfeilheit des Verfahrens erlaubt die Anwendung jeder zweckmässig scheinenden Geschwindigkeit und die sehr viel feineren Kurven ermöglichen schon bei gleicher Geschwindigkeit eine bedeutend weitergehende Auflösung. Ich benutze die auch sonst vielfach übliche Geschwindigkeit von 90 Centimeter in 1 Stunde oder $^1/_4$ Millimeter in einer Sekunde, wobei Perioden von $^1/_5$ Sekunde noch deutlich hervortreten. Beobachtet muss werden, dass eine Vergrösserung der Zeitskala bei gleichbleibender Empfindlichkeit das Auffinden schwacher seismischer Störungen in den Diagrammen erschwert. Es kommt dabei nicht nur die grössere Ausdehnung der zu überblickenden Kurven, sondern auch sehr merklich der Umstand in Betracht, dass Wellenlinien durch Streckung unauffälliger werden. Bei Vergrösserung der Zeitskala muss daher auch nach einer Vergrösserung der Empfindlichkeit gestrebt werden.

In dieser Hinsicht wiederum bietet die mechanische Registrierung grössere Schwierigkeiten als die photographische, weil die Reibung des Schreibstiftes beim Zeichnen des Diagrammes und ein Mechanismus zum Bewegen des Schreibstiftes hinzukommen.

Der Reibungswiderstand des Schreibstiftes kann bei Anwendung von berusstem Papier auf etwa $^1/_2$ Milligramm herabgedrückt werden, aber auch dann wirkt er noch störend, wenn die Pendelmasse nicht gross genug gewählt wird. Als Regel darf im allgemeinen gelten, dass die Pendelmasse proportional mit dem Quadrat der Indikatorvergrösserung $V$, also der Vergrösserung sehr schneller Erschütterungen zu nehmen ist. Vicentini benutzt bei 160 facher Vergrösserung eine Pendelmasse von 400 Kilogramm, ich wählte das noch etwas günstigere Verhältnis von 200 facher Vergrösserung bei 1000 Kilogramm, entsprechend 100 facher Vergrösserung bei 250 Kilogramm und 10 facher Vergrösserung bei 2,5 Kilogramm. Bei sorgfältiger Behandlung des Schreibstiftes macht sich die Reibung in diesen Fällen nur noch wenig und nicht mehr störend bemerkbar. Wie sich ihr Einfluss im einzelnen gestaltet, hängt in ziemlich komplizierter Weise von der Regulierung des Apparates und der Registriergeschwindigkeit ab; man kann hierin einen weiteren Anlass erblicken, den Einfluss durch Wahl einer möglichst grossen Pendelmasse thunlichst herabzudrücken.

Reibung im Gehänge und todter Gang würden die Aufzeichnungen noch mehr schädigen als die Reibung am Schreibstift, und müssen daher durch sorgfältige Konstruktion strenge unter der Grenze des Bemerkbaren gehalten werden. Dass dieses möglich ist, auch wenn man die äusserste bisher benutzte Empfindlichkeit und kompendiöse Form des Apparates verlangt, glaube ich durch den Bau meines astatischen Pendels bewiesen zu haben. Die Höhe des Apparates beträgt nur 2 Meter und könnte noch weiter herabgesetzt werden.

An den Schluss meiner theoretischen Ausführungen über die Wirksamkeit der seismischen Apparate gelangt, will ich zurückblickend eine kurze Übersicht über die wesentlichsten Resultate geben[1].

Wenn von ungewöhnlichen Konstruktionen abgesehen wird, die für die Praxis nur ausnahmsweise in Betracht kommen, entspricht die Wirksamkeit eines Seismographen beliebiger Art der eines einfachen Pendelseismographen und kann durch die folgenden Daten charakterisiert werden:

1. Die reduzierte Schwingungsperiode $T$, d. h. die Schwingungsperiode bei ausgeschalteter Dämpfung, bezüglich die äquivalente Pendellänge $L$, verbunden durch die Beziehung $(2\pi/T)^2 = g/L$.

2. Das Dämpfungsverhältnis $\varepsilon : 1$, bezüglich die Relaxationszeit $\tau$. Zwischen der wirklichen Schwingungsperiode $T^*$, der reduzierten Schwingungsperiode $T$, $\varepsilon$ und $\tau$ bestehen die Beziehungen:

$$T^*/2\tau = \log nat\, \varepsilon,$$

$$T = T^* \sqrt{1 + \left(\frac{T^*}{2\pi\tau}\right)^2};$$

diese erlauben die Berechnung von $\tau$, $T$ (und $L$), wenn $T^*$ und $\varepsilon$ beobachtet sind. Es mag bemerkt werden, dass zu:

$$\varepsilon : 1 = 3:1,\ 4:1,\ 5:1,\ 6:1$$

gehört: $T^*/T = 1{,}059,\ 1{,}093,\ 1{,}124,\ 1{,}151,$
und: $T/2\pi\tau = 0{,}330,\ 0{,}404,\ 0{,}456,\ 0{,}495.$

3. Die Indikatorvergrösserung $V$ und die äquivalente Indikatorlänge $\mathfrak{J}$, untereinander und mit $L$ verbunden durch die Beziehung $\mathfrak{J} = VL$.

4. Die Registriergeschwindigkeit.

$V$ giebt die Vergrösserung sehr schneller Erschütterungen an; $\mathfrak{J}/206000$ bezeichnet bei Horizontalseismographen den Ausschlag für eine Bogensekunde Neigung, bei Vertikalseis-

[1] Die folgenden Angaben sind etwas vollständiger, als im Vortrag; insbesondere wurden Formeln hinzugefügt.

mographen den Ausschlag für eine Verminderung der Schwere um den 206000sten Teil ihres Wertes.

Bei periodischen Schwingungen des Erdbodens ist die Vergrösserung der Amplitude der Bodenbewegung im Diagramm

$$\mathfrak{V} = V \Big/ \sqrt{\left(1-\left(\frac{\mathfrak{T}}{T}\right)^2\right)^2 + 4\left(\frac{T}{2\pi\tau}\right)^2\left(\frac{\mathfrak{T}}{T}\right)^2},$$

wobei $\mathfrak{T}$ die Störungsperiode bezeichnet. Das Dämpfungsverhältnis wählt man zweckmässig zwischen 3 : 1 und 6 : 1, etwa = 4 : 1. Dann ist für Perioden $T$ bis etwas über $T$ hinaus die Vergrösserung $\mathfrak{V}$ nicht viel von $V$ verschieden; für noch grössere Perioden sinkt sie mehr und mehr herab, sich immer genauer dem Werte $VT^2/\mathfrak{T} = \mathfrak{J}(2\pi)^2/g\mathfrak{T}^2$ anschmiegend.

Die Indikatorgleichung, d. h. die Gleichung, welche den Indikatorausschlag mit dem Verlauf der Störungen verbindet, lautet in einer für die gewöhnliche Praxis genügenden Annäherung:

$$\frac{d^2a}{dt^2} = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 a - \frac{2}{\tau}\frac{da}{dt} - V\left(\frac{d^2\xi}{dt^2} - gi - \triangle g\right)$$

oder:

$$\frac{d^2a}{dt^2} = -\frac{g}{L}a - \frac{2}{\tau}\frac{da}{dt} - \frac{\mathfrak{J}}{L}\left(\frac{d^2\xi}{dt^2} - gi - \triangle g\right)$$

$a$ bedeutet den Indikatorausschlag, $\xi$ bei Horizontalseismographen die Horizontalverschiebung, bei Vertikalseismographen die Vertikalverschiebung, $i$ die Neigung, $\triangle g$ die Schwereänderung. Bei Vertikalseismographen ist das $i$ enthaltende Glied fortzulassen.

Ich bitte, mir nun noch zu erlauben, in wenigen Worten einige Bemerkungen hinzuzufügen, welche sich auf die ausgestellten Diagramme beziehen und das Gesagte illustrieren sollen.

Von den beiden Diagrammen hier ist das eine durch mein Horizontalpendel photographisch, das andere durch mein astatisches Pendel mechanisch aufgezeichnet worden; beide beziehen sich auf dasselbe Erdbeben (21. Juni 1900). Das Horizontalpendel stand in einem Keller, das astatische Pendel in einem oberirdischen Saal der Sternwarte in Göttingen. So haben wir denn hier neben völlig verschiedener Konstruktion der Apparate auch wesentlich verschiedene Aufstellung. Dennoch stimmen, wie Sie sich leicht überzeugen können, die beiden Bilder Phase für Phase überein. Jeden Einsatz und jeden Wellenzug werden Sie in beiden Bildern in gleicher Weise wiederfinden. Dieses schöne Resultat ist in erster Linie eine Wirkung der Dämpfung, welche in beiden Fällen die verwirrenden Eigenschwingungen des Apparates beseitigt hat. Tritt so ihre Bedeutung anschaulich hervor, so zeigt sich zugleich auch auf das deutlichste, dass es bei ihrer Anwendung und bei Lesbarkeit der Diagramme auf die besondere Konstruktion der Seismographen nicht weiter ankommt.

Nun bitte ich, Ihre Aufmerksamkeit auch auf diese beiden Diagramme des photographierenden Horizontalpendels zu lenken; das eine zeigt ein Erdbeben vom 27. September 1899, das andere eines vom 15. Januar 1900. Gleich anfänglich ist mir bei dem Studium der Diagramme aufgefallen, dass Bilder verschiedener Erdbeben in manchen Fällen einander sehr ähnlich waren. Ich habe darüber schon 1899 in meiner ersten Publikation und auf dem Berliner Geographenkongress berichtet. Das bei weitem auffälligste bisher gewonnene Beispiel bieten die beiden Diagramme in meinen Händen; hier ist die Übereinstimmung in allen Einzelheiten so gross, dass das eine Diagramm als eine nicht ganz getreue Kopie des anderen erscheint. Offenbar haben wir es in diesen und ähnlichen Fällen mit Erdbeben zu thun, die an nahe dem gleichen Ort der Erde und in nahe gleicher Weise auftraten. Dass dieses durch Vergleich der Diagramme erkannt werden kann, ist an sich schon von einigem Interesse, bei weitem wichtiger aber ist, dass die genaue Übereinstimmung in den Einzelheiten es ganz unmöglich macht, ihre Entstehung zufälligen Unregelmässigkeiten in der Auslösung der Erdbewegungen zuzuschreiben; wir müssen vielmehr unbedingt schliessen, dass die Auslösung in verhältnismässig einfacher Art vor sich geht und die Eigentümlichkeiten der Diagramme in den Eigentümlichkeiten der Lagerung der Erdschichten am Erdbebenherde und in den von den Erdbebenwellen durchlaufenden Gebieten ihre Ursache finden. So gewinnt denn sogar das scheinbar Unregelmässige in den Erdbebendiagrammen Bedeutung, indem wir die Hoffnung hegen können, auch mittels seiner Beobachtung Aufschlüsse über die Tektonik der Erde zu erhalten. Ja, ich möchte glauben, dass wir allen Grund haben, den zukünftigen Enthüllungen gerade in dieser Hinsicht mit besonderer Aufmerksamkeit entgegen zu sehen.

Gewissermassen ein Gegenstück zu dem Gesagten ist die Bemerkung, welche schon oftmals gemacht wurde, und welche auch ich in einzelnen Fällen bestätigen konnte, dass Erdbeben, die nachweislich nahezu am selben Orte stattfinden, dennoch in der Regel sehr verschiedene Diagramme ergeben. Hier ist offenbar die Art der Auslösung verschieden, indem z. B. die Verschiebungsfläche der Erdschichten anders orientiert ist, oder mehr oder weniger tief in das Innere der Erde eindringt. Es ist eine wichtige Aufgabe der Seismik diesen Beziehungen nachzuspüren.

In der sich an den Vortrag schliessenden Diskussion machte Herr Dr. Hecker darauf aufmerksam, dass bei der Aufzeichnung periodischer Störungen die Kurve im Diagramm der Phase nach im allgemeinen nicht mit der Störung übereinstimmt, sondern je nach der Periode und der Dämpfung variiert. Der Vortragende bestätigte dieses, wegen genauerer Einzelheiten auf die ausführlichere Arbeit hinweisend.

Auf eine Anfrage in Bezug auf das bei der mechanischen Registrierung benutzte Papier bemerkte der Vortragende folgendes. Zunächst wandte er das bei den seismischen Registrierungen in Russ allgemein übliche Glanzpapier an. Da sich hierbei die fixierten Diagramme als sehr unhaltbar erwiesen, wurde in physiologischen Instituten Rat eingeholt, wo die Russregistrierung ebenfalls vielfach verwendet wird. Herr Professor v. Frey in Würzburg gab in dankenswerter Weise ausführliche Auskunft. Er teilte mit, dass gewöhnliches Schreibpapier dem Glanzpapier vorzuziehen ist, weil es viel haltbarere Bilder liefert. Darauf hin hat der Vortragende den Reibungswiderstand des Schreibstiftes auf Glanzpapier und Schreibpapier genau verglichen, da für die Seismik hier die Entscheidung zu suchen ist. Es ergab sich das sehr überraschende Resultat, dass die Reibung auf Schreibpapier gar nicht merklich anders ist als auf Glanzpapier. Seitdem verwendet er für seismische Russdiagramme nur noch gewöhnliches, dünnes Briefpapier.

(Eingegangen 18. Juni 1901.)

# REFERATE.

## Wissenschaftl. Photographie.

Besorgt von Privatdozent Dr. E. Englisch.

### Neuer illustrierter Katalog über photographische Objektive von Carl Zeiss, Optische Werkstätte in Jena.

Dieser neue Katalog der Jenaer optischen Werkstätte ist eine bemerkenswerte Erscheinung unter den litterarischen Publikationen industrieller Unternehmen. Die rein sachliche und wissenschaftliche Form der Mitteilungen, welche der Katalog enthält, macht, wie es bei einem Institute von der Tendenz der Firma Carl Zeiss nicht anders zu erwarten ist, einen sehr guten Eindruck und dürfte die Interessenten davon überzeugen, dass es sich bei den Erzeugnissen dieser Firma neben den rein merkantilen Zwecken auch um die Förderung der Forschung handelt. Der leichten Verständigung zwischen Käufer und Verkäufer sind, wie das jetzt vielfach geschieht, eine Reihe wohl ausgewählter photographischer Probedarstellungen gewidmet, welche durch eine Heliogravurentafel und mehrere Autotypien zur Anschauung gebracht werden.

Wer mit Verständnis an die Interpretation dieser Bilder herangeht, überblickt mit Leichtigkeit, was man von der einen und anderen Objektivkonstruktion bezüglich ihrer Leistung und Verwendung zu erwarten hat, und es wird nicht schwer fallen, die richtige Wahl unter den zahlreichen Objektivtypen der Firma Zeiss zu treffen.

Zur besseren Orientierung über diese verschiedenen Objektivtypen sind von der Firma die geschützten Namen Protar, Planar und Unar eingeführt worden. Die Protare und Doppelprotare sind die unter das Patent 56109 fallenden und früher mit Anastigmat und Satzanastigmat bezeichneten Objektive. Planar und Unar sind Neueinführungen aus den Jahren 1897 und 1900. Das Unar erscheint zum ersten Male in dem Hauptkatalog der Firma; es scheint berufen zu sein, für die Amateur- und Momentphotographie ganz hervorragende Bedeutung erlangen zu sollen. Über diese Neueinführung und die anderen Neuheiten heisst es im Vorwort des Katalogs auszugsweise:

„Das durch den Nachtrag vom 1. April 1900 zum Katalog vom Jahre 1899 angekündigte Unar ist bemerkenswert durch seine Lichtstärke und seine einfache Konstruktion. Das Objektiv kommt infolge seiner universellen Verwendbarkeit in erster Linie für Handapparate in Betracht, wofür es alle bisher bekannt gewordenen Objektive übertrifft.

Ausser dieser Neueinführung ist es von prinzipieller Bedeutung geworden, dass es infolge Verwendung neuer Glasarten des Jenaer Glaswerks Schott & Genossen gelungen ist, anastigmatisch korrigierte Objektive mit vermindertem sekundären Spektrum herzustellen. Damit dürfte besonders der Reproduktionstechnik ein wichtiger Dienst geleistet worden sein."

Auch dem Wunsche nach leichten Objektivfassungen ist jetzt von der Jenaer Werkstätte, wie das schon früher von anderer Seite geschehen ist, Rechnung getragen worden, indem in Zukunft zu solchen Fassungen auch eine leichte Aluminium-Legierung verwendet werden wird. Die gewählte Komposition bietet bei einer nicht zu sorglosen Behandlung volle

Garantien einer langen Beständigkeit, sie vermindert das Gewicht des Objektivs sehr erheblich und dürfte daher als Fassung für Objektive zu Handapparaten zu bevorzugen sein.

Der ganze 126 Seiten starke Katalog, von Dr. Rudolph verfasst, macht einen äusserst vornehmen Eindruck und hält sich frei von reklamenhaften Anpreisungen, so dass er sehr wohl als zuverlässiger Ratgeber bei der Auswahl der zu den verschiedenartigsten Zwecken bestimmte photographischen Objektiven eignen dürfte. L. Ambronn.

(Eingegangen 12. Mai 1901.)

# BESPRECHUNGEN.

**J. J. Thomson, Die Entladung der Elektrizität durch Gase.** Aus dem Englischen übersetzt von Dr. P. Ewers. Ergänzt und mit Vorwort versehen von Dr. H. Ebert. gr. 8. VIII u. 144 S. mit 41 Fig. Leipzig, J. A. Barth. 1900. M. 4.50.[1])

Wir leben in einer schnelllebigen Zeit; wenn ein Buch nach Vorlesungen aus dem Jahre 1896 im Jahre 1897 geschrieben, 1900 übersetzt und 1901 besprochen wird, so ist ohne weiteres klar, dass manche Teile desselben nicht mehr dem jetzigen Stande der Kenntnis entsprechen, zumal da ja der Verfasser selbst resp. seine Schüler durch ihre neueren Arbeiten in so hohem Masse dazu beigetragen haben, die Ansichten über den Entladungsvorgang zu modifizieren.

Die Herausgeber der deutschen Auflage haben es in dankenswerter Weise verstanden, durch Nachtragen von Citaten neuerer Arbeiten den Anforderungen der im Laufe der letzten Jahre gewachsenen Erkenntnis gerecht zu werden und dadurch das Buch wieder zeitgemäss zu machen.

Verfasser behandelt nicht das ganze Gebiet der Gasentladungen, sondern greift eine Anzahl Erscheinungsgruppen heraus, die besonders geeignet erscheinen, die Anschauung von der elektrolytischen Natur des Leitungsvorganges zu unterstützen.

Demgemäss werden im ersten Teile die verschiedenen Möglichkeiten besprochen, Gase zu elektrisieren.

Im zweiten Teile folgen die photoelektrischen Erscheinungen, die Elektrisierung in der Nähe heisser Körper, Flammengase, elektrolytische Zerlegung der Gase.

Den dritten Teil endlich bilden die Untersuchungen über Kathodenstrahlen.

Von besonderem Interesse, namentlich für jeden auf diesem Gebiete selbständig thätigen Physiker scheinen Referenten die an verschiedenen Stellen eingefügten, anderweitig noch nicht publizierten Untersuchungen des Verfassers, wenn auch nicht verschwiegen werden darf, dass der Verfasser in seinem Bestreben, alle vorgeführten Erscheinungen auch mittels der elektrolytischen Hypothese zu erklären, manchmal doch wohl etwas zu weit geht. Man kann einer als richtig erkannten Hypothese viel mehr schaden durch voreilige Erklärungsversuche, die einer späteren Prüfung nicht standhalten, als durch das gelegentliche Eingeständnis, dass noch manche Erscheinung in das angenommene Schema nicht hineinpasst.

Kühne Hypothesen als solche haben ihren Wert, namentlich in der Hand eines J. J. Thomson, dem sie stets die Veranlassung zu mächtig fördernden Experimentaluntersuchungen sind; aber in einem Buche, namentlich wenn es für Studierende bestimmt ist, soll man sie als das bezeichnen, was sie sind, als Hypothesen, nicht als sicher erkannte Thatsachen.

Der deutschen Ausgabe ist als besonderer Schluss noch eine durch ihre knappe und klare Darstellung ausgezeichnete Übersicht über die Bedeutung der Elektronentheorie für die Leitung in festen Körpern beigefügt. W. Kaufmann.

(Eingegangen 11. Juni 1901.)

**Hermann J. Klein, Jahrbuch der Astronomie und Geophysik.** Enthaltend die wichtigsten Fortschritte auf den Gebieten der Astrophysik, Meteorologie und physikalischen Erdkunde. XI. Jahrgang, 1900. gr. 8. VIII u. 379 S. mit 5 Tafeln. Leipzig, E. H. Mayer. 1901. M. 7.—.

Das Jahrbuch giebt, wie in den vorherigen Bänden, eine fast vollständige Übersicht über alle im Jahre 1900 veröffentlichten Arbeiten im Gebiete der Astrophysik, Meteorologie und physikalischen Erdkunde. Es kann natürlich nur als Lexikon angesehen werden, in welchem man sich in der Litteratur des betreffenden Jahres rasch orientieren kann. Diesem Zwecke des Buches entsprechend ist meistens nur in wenigen Worten das Resultat der Veröffentlichung gegeben, und nur in einzelnen interessanten Fällen ist auf den Gang der Untersuchungen und auf Einzelheiten der Arbeit näher eingegangen. Einige wichtigere Arbeiten mögen auch hier erwähnt werden.

1) Dasselbe ist im Französischen nebst ergänzendem Anhang von L. Barbillion, mit einem Vorwort von Ch. Ed. Guillaume erschienen. (Paris, Gauthier-Villars, 1900. XIV u. 172 S.)

Eine neue Deutung des kontinuierlichen Spektrums der Sonnenkorona hat Professor Scheiner gegeben. Bisher nahm man meistens an, dass das Leuchten der Korona zu stande komme durch Reibung meteorischer Substanzen in der Sonnenatmosphäre in derselben Weise, wie das Aufleuchten von Sternschnuppen und Meteoren in unserer Lufthülle. Da der Widerstand in der Sonnenatmosphäre nicht hinreichend ist (nachgewiesen an Kometen, welche die Korona auf eine lange Strecke durchlaufen haben), und auch aus anderen Gründen hält Scheiner obige Annahme für unmöglich und nimmt an, dass es sich beim Leuchten der Korona um feste oder flüssige Körper handele, die durch direkte Bestrahlung durch die Sonne eventuell bis zu einer Temperatur von 4000° erhitzt, das kontinuierliche Spektrum aussenden.

Über das Zodiakallicht hat Professor Max Wolf auf dem Königstuhl bei Heidelberg neue Untersuchungen angestellt. Mit dem von ihm gebauten „Schnittphotometer" macht Wolf photographisch in verschiedenen Richtungen quer durch das Zodiakallicht mehrere Aufnahmen und zwar auf dieselbe Platte. Die aus mehreren Aufnahmen gemachten Untersuchungen über die Lage des Zodiakallichtes und des Gegenscheines stimmen gut unter sich überein. Als Objektiv ist ein Quarzsystem von Zeiss benutzt mit dem ausserordentlich grossen Verhältnisse: Objektivdurchmesser zu Brennweite = 3 : 2.

Sehr grosses Aufsehen erregten die spektroskopischen Untersuchungen von Belopolsky über die Rotationszeit der Venus, über welche bisher zwei sich vollständig widersprechende Annahmen herrschten, und die von Belopolsky zu 24 Stunden angegeben wird. Interessant sind die Untersuchungen Belopolskys deshalb, weil sie zu beweisen scheinen, dass das Dopplersche Prinzip auch auf nicht selbstleuchtende bewegte Körper Anwendung findet, wenn diese durch eine ruhende Lichtquelle beleuchtet werden. (Neueste Arbeit hierüber s. Astrophysical Journal, Januar 1901.)

Die neue Schwarzschildsche Methode, die photographische Helligkeit der Sterne aus der Schwärzung der Sternbildchen bei extrafokalen Aufnahmen zu bestimmen, ist von Schwarzschild selbst mit gutem Erfolge auf die Untersuchung veränderlicher Sterne angewendet worden. Bei dem einen Veränderlichen, $\eta$ Aquilae, glaubt er durch eine starke von einem Trabanten erzeugte Ebbe und Flut der eventuell mit Eigenschwingung behafteten Sternatmosphäre den Verlauf des Lichtwechsels und auch den Unterschied in der Grösse der optischen und der photographischen Amplitude erklären zu können (Diff. Ebbe-Flut = 3 Erdatmosphären).

Aus vierjährigen Messungen der Bodentemperatur zu Tiflis hat Professor Hann den jährlichen Gang und die Grösse der Schwankungen der Temperatur in verschiedenen Tiefen des Erdbodens abgeleitet. Die Phasenverschiebung beginnt schon bei $^1/_2$ m Tiefe merklich zu werden und beträgt bei 6.5 m Tiefe schon $^1/_2$ Jahr, während die Amplitude von über 70° auf 1.5° sinkt.

Sehr eingehend bespricht der Herausgeber die Arbeit von Charles Davison über Erdbebengeräusche, diejenige von Dr. Fr. Suess über den Zusammenhang des grossen Lissaboner Erdbebens (1755) mit gleichzeitigen Erscheinungen an den Thermalquellen in Teplitz in Böhmen und die im Auftrage der japanischen Regierung erfolgte Veröffentlichung der Untersuchungen über das grosse japanische Erdbeben vom 31. August 1896. Von Interesse ist auch eine Statistik der Erderschütterungen in Japan, welche sich über die Jahre 416 bis 1867 erstreckt und 1898 Erdbeben aufführt.

Eine Beziehung zwischen der Verteilung der erdmagnetischen Elemente und der Ausbreitung der Ozeane sowie der mittleren Jahrestemperatur der Erdoberfläche glaubt de Tillo gefunden zu haben: einer Halbkugel mit niedriger Temperatur entspricht eine Halbkugel mit grösserer Totalkraft des Erdmagnetismus, und dasselbe gilt für eine Halbkugel mit grösserer Landmasse.

Die Deformation der Erde unter der Last des Inlandeises während der Eiszeit hat M. P. Rudzki unter gewissen Bedingungen zu berechnen gesucht, um die Thatsache zu erklären, dass heute manche Gegenden 300 bis 500 m über dem Meere liegen, welche unzweifelhaft zur Eiszeit unter dem Meeresspiegel lagen. Er nimmt eine mittlere Starrheit der inkompressibeln Erde an, welche etwa dem Stahle gleicht. Bei Eiskappen von 6666 km Durchmesser und 2000 m Dicke sollen derartige Deformationen erreicht werden, besonders wenn auf der Erde nur eine solche Kalotte angenommen wird.

Endlich sei auch noch auf die sehr ausführlich wiedergegebene Arbeit des Herausgebers selbst hingewiesen, in welcher er das bekannte Buch von Professor van Bebber: Wetterprognosen auf mehrere Tage voraus, zum Nutzen der Landwirtschaft, angreift und den praktischen Nutzen einer derartigen Prognose bei dem heutigen Stand der Meteorologie bezweifelt. Diese Stellungnahme des Herausgebers glaubt Referent aber gewiss zurückweisen zu sollen, da selbst für den Fall, dass die Prognosenstellung noch nicht auf einer genügend sicheren Kenntnis der Vorgänge in unserer Atmosphäre beruht, deren Vergleich mit den thatsächlich eingetretenen Witterungserscheinungen doch das sicherste und einzig mögliche Kriterium für die Richtigkeit der Gesetze, nach denen man eine Prognose aufstellen kann, abgiebt; ganz abgesehen davon, dass doch auch heute schon sorgfältig aufge-

stellte Prognosen eine grosse Trefferzahl aufweisen.

Dem Zwecke des vorliegenden Buches würde es wohl entsprechen und diesem selbst als Nachschlagebuch einen erhöhten Wert geben, wenn in einer Fussnote bei jeder zu besprechenden Arbeit auch die in derselben verwendete oder angezogene Litteratur angegeben würde, was wohl ohne grossen Arbeitsaufwand geschehen könnte. B. Meyermann.

(Eingegangen 14. Juni 1901.)

**M. Rudolphi, Einführung in das physikalische Praktikum.** gr. 8. VIII u. 136 S. mit 43 Figuren. Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht. 1900. Preis geb. Mk. 3.20.

Das vorliegende Buch, welches aus einer Vorlesung hervorgegangen ist, die der Verfasser in sechs aufeinander folgenden Semestern gehalten hat, soll denjenigen Praktikanten, die nicht Physiker sind, das Arbeiten im physikalischen Praktikum erleichtern, ihnen das wiederholen, was zum Verständnis der einfachsten Übungen und zur Ausführung alltäglich wiederkehrender Hilfsbeobachtungen unumgänglich notwendig ist. Demgemäss sind nicht einzelne Aufgaben eingehend behandelt worden, wie in dem bekannten Praktikumsbuch von Wiedemann-Ebert, noch ist eine vollständige Übersicht über beinahe alle im Laboratorium vorkommenden Übungen gegeben, wie in dem bekannten Buch von Kohlrausch, sondern es sind nur allgemeine, häufig wiederkehrende Messungen und Hilfsbeobachtungen, wie Längenmessungen, Wägungen und dergleichen besprochen und Apparate beschrieben, deren man zur Lösung der verschiedensten Aufgaben bedarf. Den Zweck, den Anfänger in das praktische Arbeiten einzuführen, erfüllt das Buch sehr gut; die einzelnen Abschnitte sind klar und leicht verständlich geschrieben, trotz der Beschränkung, welche sich der Verfasser in der Auswahl des Stoffes auferlegen musste, sind alle häufig vorkommenden Messungen besprochen. Dies geht auch aus der folgenden Inhaltsübersicht hervor: Einleitung, Allgemeines (Genauigkeit der Resultate, Gewicht einer Messung, Beobachtungsfehler, Korrektionen, Hilfssätze beim Rechnen, die Einheiten, das Cm. Gr. Sek. System, abgeleitete Einheiten, die graphische Darstellung, das Interpolationsverfahren), Längen- und Winkelmessung, Wägungen, Schwingungsdauerbestimmungen, Druckmessungen, Temperaturmessungen, Messungen von Wärmemengen, optische Messungen, optische Hilfsinstrumente, elektrische Messungen.

G. C. Schmidt.

(Eingegangen 30. Mai 1901.)

## Tagesereignisse.

Der Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin hat zwei Preisaufgaben zur Bearbeitung gestellt: I. Für den Verschiebedienst sind unter Würdigung der bekannten Mittel zur Regelung der Geschwindigkeit ablaufender Wagen Vorschläge zur Verbesserung der Einrichtungen zu machen. II. Auf Grund der bisherigen Erfahrungen ist eine wissenschaftliche Darstellung der Grundzüge, sowie der Vor- und Nachteile für die Anordnung von Bahnen mit gemischtem Betrieb — Reibungsstrecken und Zahnstangenstrecken — gegenüber reinen Reibungsbahnen zu geben, wobei sowohl die Betriebsweise durch Dampf wie durch Elektrizität zu erörtern ist. Für die erste Aufgabe ist ein Preis von 500 M., für die zweite ein erster Preis von 1500 M. und ein zweiter von 500 M. ausgesetzt. Bewerber erhalten die Programme der Aufgaben mit den Bedingungen von der Geschäftsstelle des Vereins, Berlin W. 66, Wilhelmstrasse 92/93, zugesandt.

Eine goldene Medaille für Witterungskunde, die ohne Rücksicht auf Geschlecht und Nationalität alle zwei Jahre verliehen werden soll, ist von der Meteorologischen Gesellschaft in London zum Gedächtnis an den unlängst verstorbenen G. J. Symons begründet worden. Zu diesem Zwecke war eine Sammlung veranstaltet worden, die eine Summe von über 14000 M. ergeben hat.

Nach einer Mitteilung des Rektors der Technischen Hochschule in Charlottenburg beim Rektoratswechsel hat die deutsche chemische Industrie geschenkweise den Hauptteil ihrer Sammelausstellung in Paris im Werte von 600000 M. der Unterrichtsverwaltung angeboten. Der Unterrichtsminister hat die Spende für die technische Hochschule angenommen.

## Personalien.

Für die neu begründete o. Professur der anorganischen Chemie an der Universität Göttingen war in erster Reihe Professor Clemens Winkler von der Bergakademie in Freiberg i. S. in Aussicht genommen. Geh.-Rat Winkler hat es jedoch vorgezogen, dem Wirkungskreise an der Freiberger Bergakademie treu zu bleiben.

Professor Dr. Th. Des Coudres in Göttingen erhielt zum zweiten Male einen Ruf auf den neuerrichteten Lehrstuhl für theoretische Physik an der Universität Würzburg und hat denselben angenommen.

In Hannover starb, 34 Jahre alt, am 30. Juni Professor Dr. O. Wiedeburg, nachdem er erst zum Beginn des Sommersemesters der Berufung als Dozent für Physik an die Technische Hochschule gefolgt war.

Der bekannte Experimentator Clausen in Berlin starb an einer Operation des Armes, die durch eine Gewebezerstörung infolge von Bestrahlung mit Röntgenstrahlen nötig geworden war.

An der Technischen Hochschule zu München hat sich der Gymnasialprofessor Dr. H. Stadler für Geschichte der beschreibenden Naturwissenschaften und der Assistent am Laboratorium der Hochschule Dr. E. Baur für physikalische und anorganische Chemie habilitiert.

Der ausserordentliche Professor Dr. Moriz v. Rudzki wurde zum ordentlichen Professor der mathematischen Geophysik und Meteorologie an der Universität Krakau ernannt.

Der ordentliche Professor der Baumechanik und Technologie der Baumaterialien am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich, Ludwig v. Tetmajer ist zum ordentlichen Professor der technischen Mechanik und Baumaterialienkunde an der technischen Hochschule in Wien ernannt worden.

Professor Dr. Wilhelm Schur, der Direktor der Göttinger Sternwarte, ist im Alter von 55 Jahren gestorben. Er begann nach Absolvierung der Studien in Kiel und Göttingen seine öffentliche Thätigkeit als Assistent am geodätischen Institut in Berlin, ging dann als Observator an die Strassburger Sternwarte und wurde im Jahre 1886 nach Göttingen berufen. Eine grosse wissenschaftliche Reise führte ihn 1874 zur Beobachtung des Venusdurchganges nach den Aucklandsinseln.

Professor Tait ist in London gestorben.

Für die Redaktion verantwortlich Dr. H. Th. Simon in Frankfurt a. M. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.